

Análisis de las operaciones de una tortillería, utilizando un modelo de líneas de espera

JUÁREZ-HERRERA, Francisco*†

Instituto Tecnológico de Iguala. Carretera Nacional Iguala-Taxco esquina Periférico Norte, Col. Adolfo López Mateos Infonavit, Iguala de la Independencia. Guerrero. México.

Recibido Junio 4, 2014; Aceptado Octubre 13, 2014

Resumen

Una de las inquietudes que tiene una persona al acudir a solicitar un servicio del tipo que fuese, es si será atendido con prontitud. Será una experiencia desagradable, que al momento de llegar al lugar pensado, exista una cola y tener que esperar a ser atendido. Esperar en la cola de un banco, en la caja de un centro comercial o en una gasolinera es una confrontación con el tiempo. No parece ser nada fácil esperar en la cola de una central camionera. Una situación de espera, y si la espera es larga, produce a las personas que se vuelvan irritables, inquietas y ofuscadas por el mal servicio recibido. En algunas situaciones, la espera podría parecer más larga de lo normal si no se tiene alguna actividad en ese momento, por el contrario la espera pudiera parecer poca si la persona tiene una charla, se divierte con un juego o realiza una llamada telefónica. Sin embargo, la espera tiene un límite, y el cliente valora la situación de esperar y aguantar a ser atendido, o a abandonar la fila y optar por otro establecimiento.

Análisis, operaciones, tortillería.

Abstract

One concern that a person has to go to request a service from the guy who was, is whether you will be attended promptly. It will be an unpleasant experience, that when you reach the intended place, there is a queue and waiting to be served. Waiting in line at a bank, in the case of a shopping center or gas station is a confrontation with time. There seems to be easy to wait in line at a bus station. A standby state, and if the wait is long, produces people who become irritable, restless and obfuscated by the poor service received. In some situations, the wait may seem longer than normal if you do not have any activity at that time, however the wait might seem easy if you have a chat, have fun with a game or make a phone call. However, the wait is limited, and the customer appreciates the situation to wait and endure to be treated, or leave the line and opt for another establishment.

Analysis, operations, tortilla

Citación: JUÁREZ-HERRERA, Francisco. Análisis de las operaciones de una tortillería, utilizando un modelo de líneas de espera. Foro de Estudios sobre Guerrero. Mayo 2013 Abril 2014, 1-1: 137-141

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: juarezit9@telmexmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Los responsables de centros de servicios o empresas manufactureras, han enfrentado este tipo de situaciones. Se han encontrado con el dilema de cómo resolver este tipo de problema, como disminuir el tiempo en que el cliente (esta puede ser una persona, una máquina, pieza, etc.) deberá esperar en la cola, antes de ser atendido por un servidor (esta puede ser una persona, un grupo de personas, una máquina, etc.). La pregunta más socorrida es ¿debo poner una persona (en algunas ocasiones son máquinas) más?, si hay que aumentar el número de personas (máquinas, estaciones de trabajo), ¿a cuánto ascendería el número de personas? Las respuestas a este tipo de preguntas, se suman otras, que están correlacionadas con las respuestas a las primeras, ¿a cuánto ascenderá la inversión inicial? Y el costo de operación mensual, ¿será menor a las ganancias por los clientes retenidos?

Las repuestas a las preguntas hechas con anterioridad, han sido resueltas por los administradores que tienen a su cargo un centro de servicio. Con la experiencia obtenida con el paso de los años y con un poco de sentido común, se puede decidir cuantas personas deberán atender a los clientes. De esta forma, logran equilibrar el costo de pagar sueldos adicionales por agregar personas en la estación de servicio y las ganancias derivadas de los clientes que son retenidos al no abandonar una cola.

Sin embargo, existen ocasiones, donde la experiencia y la intuición no son suficientes, y es cuando se requiere hacer inversiones considerables. En este punto es donde, el problema deberá analizarse como un problema de líneas de espera, con ayuda de la teoría de colas, es posible conocer la eficiencia de la estación de trabajo, poder conocer el tiempo que un cliente pasa en la cola, el número de personas que están formadas, entre algunos parámetros. No se deja de lado, el costo, del servidor y el costo del cliente que espera.

El administrador de una cadena de tortillerías ubicada en la ciudad de Iguala de la Independencia del Estado de Guerrero, deseaba conocer si era prudente aumentar sus ventas de tortillas al público del entorno, con solo aumentar una persona adicional a la cajera, para que se pudiera atender en menor tiempo a los clientes que acuden a la tortillería a comprar tortillas o masa. Logrando con ello que la afluencia de los clientes en la cola sea más rápida, y por ende no abandonen la cola y estos fuesen con la competencia que se encuentra a solo un par de cuadras.

Para dar respuesta a la inquietud del administrador, se plantea como objetivo principal de este trabajo es la de aplicar un modelo de líneas de espera a una de las tortillerías, que está ubicada en el centro de la ciudad. Esta investigación se contempla en dos momentos, el primer momento consiste en la de conocer los parámetros que describen un modelo de líneas de espera para este establecimiento, y la segunda, si se requiriera, realizar un estudio más profundo sobre estudio de tiempos y movimientos en las operaciones del preparado de la tortilla. El trabajo presentado, solo se muestra los resultados del primer momento.

Objetivos

- Realizar e identificar el tipo de distribución de probabilidad de la tasa de llegadas de los clientes, y la tasa de servicio del servidor.
- Conocer la eficiencia de la estación de servicio que da atención a los clientes, que permita valorar la implementación de un ayudante adicional a la estación de servicio.
- Determinar los parámetros que describen un sistema de líneas de espera en la tortillería.

Metodología

Para conocer la situación de operación de la tortillería, se aplica la metodología de la teoría de colas. Con ello se logrará conocer el tiempo que un cliente permanece en el establecimiento y el tiempo en que se le da respuesta al servicio solicitado. Por ello, se requiere contar con información previa para realizar registros de tiempos de servicio, tiempo entre llegadas de clientes.

Volúmenes de venta

La elección del día, para llevar a cabo el muestreo para realizar el registro de la tasa de llegadas de los clientes a la tortillería, se toma en cuenta el día de mayor demanda que tiene el establecimiento. En la tabla 1, se muestra el registro de ventas de tortillas.

Día	Venta de tortillas (Kg)	Ventas totales (\$/día)
Lunes	165	\$1815
Martes	174	\$1914
Miércoles	180	\$1980
Jueves	130	\$1430
Viernes	200	\$2200
Sábado	185	\$2035
Domingo	190	\$2090

Tabla 1 Ventas de tortillas.

La razón de identificar el día que se tiene mayores ventas, es porque se desea analizar el día que mayor cantidad de clientes asisten al lugar a comprar tortillas, y se considera que existirá suficiente información que permita calcular los parámetros requeridos. Entre estos parámetros que se desean determinar, están la distribución de probabilidad que tienen las llegadas y las de servicio.

Registro de llegadas

El registro de llegadas de los clientes a la tortillería, se llevó a cabo 8:00 18:00 hrs., en horario de servicio. En intervalos de cinco minutos, se registró el número de llegadas. La concentración por hora, se refleja en la siguiente figura.



Figura 1 Llegada de clientes al establecimiento.

En el figura 1, puede observarse que existen dos poblaciones que asisten al negocio para la compra de tortillas. Centrándose la mayor demanda entre 10:00-11:00 y 15:00-16:00 horas, que corresponden al almuerzo y la comida respectivamente. Esta figura nos da elementos suficientes, para elegir el horario en el que se realizará la toma de tiempos, que nos permitirá calcular la tasa de servicio

Toma de tiempo de servicio

El registro de la toma de tiempos de la estación de servicio, se realizó en el horario de 14:00 a 16:00. La toma de tiempos de servicio fue hecho el mismo día en que se registró la llegadas de los clientes a la tortillería. Estos datos se muestran en la siguiente tabla.

Tiempo de servicio (segundos)								
6.98	12.92	17.32	20.88	25.37	30.63	37.43	48.13	79.79
7.83	13.15	18.33	21.14	25.46	31.69	38.91	48.36	80.28
8.23	14.81	18.78	21.14	27.09	32.00	39.58	52.27	81.15
8.63	15.39	18.91	21.35	27.31	32.10	40.18	52.83	88.57
8.68	16.05	19.02	21.77	28.26	32.49	40.40	55.65	90.23
8.99	16.17	19.05	22.87	28.35	32.64	42.64	56.68	
10.15	16.81	19.41	23.29	28.49	33.52	43.11	58.16	
10.47	16.88	20.41	23.80	29.26	35.18	43.30	59.65	
10.83	16.95	20.50	24.09	29.75	35.97	43.64	66.72	
12.34	17.05	20.69	25.05	30.01	36.42	45.70	78.27	

Tabla 2 Tiempos de atención a los clientes.

Prueba de bondad de ajuste de la tasa de servicio

La recopilación de datos, de los tiempos de servicio de 85 clientes en un intervalo de dos horas (14:00 a 16:00), ver tabla 2.

Se desea conocer si los datos obtenidos tienen una distribución de probabilidad normal. (Lind, 2001) y (Anderson, 2008), ilustran el uso de la prueba de bondad de ajuste para el caso en que se tiene la hipótesis de que la población tiene una distribución normal. En este trabajo se muestra la aplicación de la prueba de bondad de ajuste con el software easyfit 5.5. En la tabla 3, easyfit, arroja el resultado de la prueba. La prueba indica que los datos tienen una distribución normal, hasta con un nivel de significancia del 10%.

Bondad de ajuste - Resumen						
#	Distribución	Kolmogorov Smirnov		Anderson Darling		Chi-cuadrado
		Estadística	Rango	Estadística	Rango	Estadística
1	Normal	0.13889	1	2.9768	1	10.217
Chi-cuadrado						
Grados de libertad		6				
Estadística		10.217				
Valor P		0.11582				
Rango		1				
α		0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Valor crítico		8.5581	10.645	12.592	15.033	16.812
Rechazar?		Sí	No	No	No	No

Tabla 3 Estadísticos de prueba de bondad de ajuste, normal

Prueba de bondad de ajuste para la tasa de llegadas

Del registro de la tasa de llegadas mostradas en la figura 1, es sumamente necesario, conocer si esta tasa de llegadas obedece a una distribución de Poisson. La tabla 4, muestra el concentrado de clientes que arribaron al establecimiento cada cinco minutos, en el horario registrado de 14:00 a 16:00 horas.

Llegadas	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Clientes	0	11	13	8	7	3	2	1	2	0	0	0	1	48

Tabla 4 Llegada de clientes al establecimiento en el horario de 14:00 a 16:00 horas.

La prueba de hipótesis de bondad de ajuste, se realiza con el software easy 5.5. (Anderson, 2008), da los pormenores de esta prueba. Los datos de la tabla 5, nos muestra que existe evidencia suficiente para afirmar que los datos provienen de una distribución de Poisson, hasta con un nivel de significancia del 5%.

Bondad de ajuste - Resumen					Poisson [#3]										
#	Distribución	Kolmogorov Smirnov		Anderson Darling		Kolmogorov-Smirnov									
		Estadística	Rango	Estadística	Rango	Tamaño de la muestra	Estadística	Valor P	Rango	α					
1	D. Uniform	0.26667	2	5.4756	2	13	0.34463	0.0698	3	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	
2	Geometric	0.21311	1	0.63811	1					Valor crítico	0.2847	0.32549	0.36143	0.40362	0.43247
3	Poisson	0.34463	3	6.132	3					Rechazar?	Sí	Sí	No	No	No

Tabla 5 Estadísticos de prueba de bondad de ajuste, Poisson.

Resultados

Las distribuciones de tiempos de servicio reales con frecuencia se desvían bastante de la forma exponencial, por ello, es importante disponer de otros modelos de colas que usen otras distribuciones de probabilidad. Se han podido obtener algunos resultados útiles con algunos modelos (Hillier, 2010). La tortillería en estudio, no sería la excepción, pues esta corresponde a un sistema de líneas de espera, cuyo modelo corresponde a: un servidor, una cola, tasa de llegadas Poisson, tasa de servicio generalizado, población infinita (Gould, 2000).

Los datos que describen, al sistema de la tortillería, son los siguientes.

Dado que $\lambda=37.75$ clientes/hora, es menor que $\mu=113.72$ clientes/hora, y $\rho=0.0055$ horas, los valores de los parámetros, son:

Descripción del parámetro	Valor del parámetro
Probabilidad de que el establecimiento esté ocupado	$P=0.3319$
Probabilidad de que el establecimiento no esté ocupado	$P_0=0.6681$
Número de clientes en el sistema	$L=0.4463$ clientes
Número de clientes que esperan ser atendidos	$L_q=0.1144$ clientes
Tiempo que permanece un cliente en el establecimiento	$T=0.0118$ horas
Tiempo en que un cliente permanece esperando a ser atendido	$T_q=0.0030$ horas
Costo total	$CT=\$23.36$ /hora

Tabla 6 Parámetros que describen el sistema de líneas de espera de la tortillería.

En la jornada de un día, la persona que despacha las tortillas, está ocupada solo el 33.19%, es decir, de las 10 horas de trabajo, solo 3.32 horas realmente desempeña su trabajo de atención al cliente. El cliente espera en la cola, un promedio de 0.0030 horas (0.1818 minutos) y permanece en el establecimiento en promedio 0.0118 horas (0.7094 minutos).

Discusión

La teoría de colas, se implementa en problemas de líneas de espera, y este tiene un requerimiento mínimo, clientes que requieran servicio y establecimiento que la ofrezcan. El establecimiento de la tortillería da la impresión de tener varios clientes en cola, donde los clientes esperan demasiado tiempo, que implica disminuir el tiempo de atención al cliente agregando personal adicional. Los resultados encontrados, muestran que el tiempo de espera de los clientes no es significativo, y el número promedio de los clientes que permanecen en la fila y en el establecimiento tampoco lo es, pues estos no son mayor a una persona. Por la naturaleza del negocio, la demanda solo se eleva en las horas de almuerzo y comida, de ahí que la eficiencia sea baja.

Con el estudio de otras cinco tortillerías (la información no se presenta en este documento), se comprobó que tienen la misma distribución de probabilidad en la tasa de llegadas y tasa de servicio de los clientes. La aplicación de esta metodología, puede generalizarse a otros establecimientos del mismo rubro en la misma ciudad. Si se requiriera mayor finesa en los datos para investigaciones futuras, se recomendaría utilizar la simulación. Para los casos, donde la eficiencia o utilización del sistema se aproxime o sea superior a uno, se recomendaría realizar los cálculos de costos, que involucra los costos de espera y de servicios. Y dará la pauta de evaluar, el de tener más de una estación de trabajo o agregar personal adicional a estas.

Conclusión

En la realización de este trabajo, se aplicó la metodología estadística de prueba de bondad de ajuste para distribución de probabilidad y la metodología de teoría de colas. Se hizo uso del modelo de líneas de espera con tasa de llegadas Poisson y tasa de servicio generalizado.

Para comprobar el tipo de distribución de la tasa de servicio y de llegadas, se realizó la toma de tiempos en otras cinco tortillerías ubicadas en la ciudad de Iguala de la Independencia, corroborando que la tasa de servicio no son exponenciales y se aproximan más a una distribución normal. La distribución de probabilidad de la tasa de llegadas, corresponden a una distribución Poisson.

Se le dio a conocer al administrador de la cadena de tortillerías, que su personal no requería de otra persona adicional que la ayudara en la atención al cliente, debido a que la actividad se volvía crítica en horarios que oscilaban alrededor de 10:00 a 11:00 y 15:00 a 16:00 horas. El factor de utilización de la persona que atiende es de 33.19%, y el tiempo restante de la jornada de trabajo no da servicio al cliente. En relación al cliente, este solo permanece 0.0030 hrs en la cola y 0.0118 hrs en el establecimiento. El número de clientes que permanecen en la cola y en el establecimiento, no es mayor a una persona.

Referencias

- Lind, D., Mazon, R. y Marchal, W. (2001). Estadística para administración y economía. (3ª ed.). México: Mc Graw Hill.
- Gould, F., Eppen, G. y Schmidt, C. (2000). Investigación de operaciones en la ciencia administrativa. (5ª ed.). México: Prentice Hall.
- Hillier, F. y Lieberman, G. (2010). Introducción a la investigación de operaciones (9ª ed.). México: Mc. Graw Hill.
- Anderson, D., Sweeney, D. y Williams, T. (2008). Estadística para administración y economía. (10ª ed.). México: Cengage Learning.